

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB-12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		Página

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): YULY KATHERIN APELLIDOS: BOHADA LIZCANO

NOMBRE(S): DIEGO FABRICIO APELLIDOS: FIGUEROA TORRES

FACULTAD: CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): CAROLINA APELLIDOS: PABÓN MORA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): EFFECTO DEL ULTRASONIDO EN LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE MORINGA (Moringa oleífera) DESTINADO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL, EN EL MUNICIPIO DE LOS PATIOS, NORTE DE SANTANDER

### RESUMEN

El objetivo del presente proyecto fue evaluar el efecto del ultrasonido en la extracción del aceite de la semilla de Moringa (Moringa oleífera) destinado para la producción de biodiesel, proceso para el cual las semillas de moringa (Oleífera) fueron sometidas a un proceso de secado convectivo y tratadas con ultrasonido a una frecuencia de 40 kHz. El aceite fue extraído mediante el método soxhlet empleando n-hexano como solvente de extracción y el ensayo que presentó el mayor porcentaje de rendimiento y se adhirió a los requerimientos fisicoquímicos establecidos por la normatividad, fue llevado a una prueba de cromatografía de gases con detector de ionización en llama (GC/FID). Del desarrollo experimental se logró establecer que el ultrasonido presentó efecto en el porcentaje de aceite extraído y en las propiedades fisicoquímicas, pero el efecto fue inverso a lo planteado en otras investigaciones, dado que en la medida en que se aumentaban los valores de las variables de temperatura y tiempo de exposición al ultrasonido, se presentaba una disminución del rendimiento de aceite obtenido y una afectación sistemática de las propiedades fisicoquímicas, acelerando reacciones hidrolíticas de deterioro del aceite, reflejadas en las pruebas de índice de acidez, saponificación, yodo, refracción y densidad.

PALABRAS CLAVE: aceite de semilla de moringa, biodiesel, evaluación físico-química, ultrasonido.

### CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS 133 TABLAS 15 FIGURAS 43 CD ROOM 1

Elaboró		Revisó		Aprobó	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
Fecha	24/10/2014	Fecha	05/12/2014	Fecha	05/12/2014

EFFECTO DEL ULTRASONIDO EN LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA  
DE MORINGA (*Moringa oleífera*) DESTINADO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL  
EN EL MUNICIPIO DE LOS PATIOS, NORTE DE SANTANDER

YULY KATHERIN BOHADA LIZCANO  
DIEGO FABRICIO FIGUEROA TORRES

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

EFFECTO DEL ULTRASONIDO EN LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA  
DE MORINGA (*Moringa oleífera*) DESTINADO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL,  
EN EL MUNICIPIO DE LOS PATIOS, NORTE DE SANTANDER

YULY KATHERIN BOHADA LIZCANO

DIEGO FABRICIO FIGUEROA TORRES

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Agroindustrial

Directora:

CAROLINA PABÓN MORA

Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Codirectora

SANDRA PATRICIA RODRÍGUEZ QUINTERO

Especialista en Procesos de Alimentos y Biomateriales

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO**

**FECHA:** 14 DE NOVIEMBRE DE 2017

**HORA:** 4:00 PM

**LUGAR:** SALA DE FOTOGRAFIA - CREAD

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**TÍTULO:** "EFECTO DEL ULTRASONIDO EN LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE MORINGA (*oleifera*) DESTINADO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL, EN EL MUNICIPIO DE LOS PATIOS, NORTE DE SANTANDER".

**MODALIDAD:** INVESTIGACIÓN

**JURADO:** Msc. YANETH AMPARO MUÑOZ PEÑALOZA  
Phd. MARTHA TRINIDAD ARLAS PEÑARANDA  
Msc. ALBERTO SARMIENTO CASTRO

**DIRECTOR:** Msc. CAROLINA PABÓN MORA

<b>NOMBRE DE LOS ESTUDIANTE</b>	<b>CODIGO</b>	<b>CALIFICACION</b>
DIEGO FABRICIO FIGUEROA TORRES	1640936	4.4
YULY KATHERIN BOHADA LIZCANO	1640845	4.4

**OBSERVACIONES:** APROBADO

**FIRMA DE LOS JURADOS**

  
Yaneth Amparo Muñoz P.

  
Martha Trinidad Arlas P.

  
Alberto Sarmiento Castro

**Vo.Bo Coordinador Comité Curricular**



## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	14
1. El Problema	16
1.1 Título	16
1.2 Planteamiento del Problema	16
1.3 Formulación del Problema	17
1.4 Justificación	17
1.5 Objetivos	18
1.5.1 Objetivo General	18
1.5.2 Objetivos Específicos	19
1.6 Delimitaciones	19
2. Marco Referencial	20
2.1 Antecedentes	20
2.2 Marco Contextual	24
2.2.1 Misión y visión del programa de Ingeniería Agroindustrial	25
2.3 Marco Teórico	25
2.3.1 Moringa (Moringa oleífera)	25
2.3.1.1 Descripción Botánica De La Moringa (Moringa oleífera)	27
2.3.1.2 Usos De La Moringa	27
2.3.1.3 Aceite De Moringa (Moringa oleífera)	28
2.3.1.4 Moringa oleífera En La Producción De Biodiesel	29
2.3.2 Ultrasonido	29

2.3.2.1 Ultrasonido En Alimentos	31
2.3.2.2 Aplicaciones Del Ultrasonido En La Extracción De Compuestos	
Vegetales	32
2.3.3 Biodiesel	33
2.3.4 Historia Del Biodiesel	33
2.3.5 Producción Mundial De Biodiesel	34
2.3.5.1 Biodiesel en Colombia	35
2.3.6 Proceso Para La Obtención De Biodiesel	36
2.3.6.1 Materia Prima Para La Producción De Biodiesel	38
2.4 Marco Conceptual	39
2.5 Marco Legal	41
2.6 Hipótesis	42
3. Diseño Metodológico	43
3.1 Tipo De Investigación	43
3.2 Universo Y Muestra	43
3.2.1 Universo	43
3.2.2 Muestra	43
3.3 Diseño Del Experimento	43
3.4 Variables	44
3.4.1 Variable Dependiente	44
3.4.2 Variables Independientes	44
3.5 Operacionalización De Las Variables	44
3.6 Recolección De Información	46

3.6.1 Instrumentos Y Herramientas Para La Recolección De Información	46
3.6.2 Análisis Estadístico De Los Datos	46
3.7 Fases Y Diseños Experimentales De La Investigación	46
3.7.1 Preparación De La Semilla	47
3.7.1.1 Análisis Físico-Químicas De Las Semillas	48
3.7.2 Secado De La Semilla	51
3.7.3 Tratamientos Con Ultrasonido	53
3.7.4 Extracción De Aceite	54
3.7.5 Evaluación Del Aceite A Partir De Semillas De Moringa	56
3.7.5.1 Evaluación Física	57
3.7.5.2 Evaluación Química	58
3.7.5.3 Perfil De Ácidos Grasos	63
3.7.6 Producción del Biodiesel	64
3.7.7 Evaluación Físico-Química Del Biodiesel	67
3.7.7.1 Evaluación Física	67
3.7.7.2 Evaluación Química	69
4. Discusión y Resultados	70
4.1 Preparación de la Semilla	70
4.1.1 Evaluación Física De La Semilla De Moringa	70
4.1.2 Evaluación Química De La Semilla De Moringa	71
4.2 Secado De La Semilla De Moringa	72
4.3 Pre-Tratamientos Con Ultrasonido A La Semilla De Moringa	73
4.4 Extracción De Aceite De Las Semillas De Moringa	74

4.5 Evaluación Física Del Aceite De Moringa	77
4.6 Evaluación Química Del Aceite De Moringa	79
4.7 Perfil de Ácidos Grasos (AG)	84
4.8 Obtención del Biodiesel	88
4.9 Evaluación Física Del Biodiesel	88
4.10 Evaluación Química del Biodiesel	90
5. Conclusiones	92
6. Recomendaciones	94
Bibliografía	95
Anexos	110